المجال التعلمي رقم (01): **التخصص الوظيفي للبروتينات**

الوحدة التعلمية الثالثة **النشاط الإنزيمي للبروتينات**

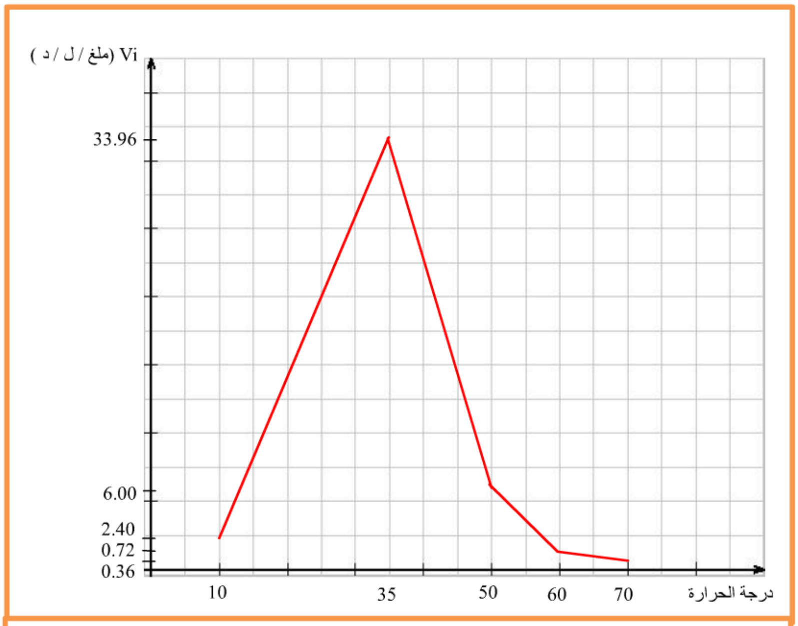
النشاط 4: دراسة تأثير تغيرات درجة الحرارة على نشاط الإنزيم

تأثير تغيرات درجة الحرارة : (لاحظ الوثيقة (1) ص68) :

1. تحليل منحنيات الوثيقة (1) :

نشاط الإنزيم يتغير بتغير درجة الحرارة حيث يكون نشاطه أعظميًا في درجة حرارة متوسطة تقدر بـ °35م .

2. رسم منحنى تغيرات سرعة التفاعل بدلالة درجة الحرارة :



منحنى تغيرات سرعة التفاعل بدلالة الحرارة

استنتاج العلاقة بين سرعة التفاعل و درجة الحرارة :

من خلال المنحنى : الدرجة °35م هي درجة الحرارة المثلى التي يكون عندها نشاط الإنزيم أعظميًا .

3. اقتراح تفسير لآلية تأثير الحرارة على نشاط الإنزيم :

ثبات البنية الفراغية عن طريق الروابط المختلفة خاصة الرابطة الهيدروجينية التي تتأثر بالحرارة المرتفعة مما يؤثر على البنية الفراغية للإنزيم و بالتالي شكل الموقع الفعّال .

بالنسبة للحرارة المنخفضة يتعلق الأمر بحركة الجزيئات و هي حالة تنطبق على جميع التفاعلات سواء كانت إنزيمية أو كيميائية عاديـــة .

الاستنتاج :

- يتم النشاط الإنزيمي ضمن مجال محدد من درجة الحرارة بحيث:
- تقل حركة الجزيئات بشكل كبير في درجات الحرارة المنخفضة و يصبح نشاط الإنزيم غير نشط .
- تتخرب البروتينات في درجات الحرارة المرتفعة (أكبر من 40°م) وتفقد نهائيًا بنيتها الفراغية المميزة و بالتالي يفقد الإنزيم وظيفة التحفيز .
- يبلغ التفاعل الإنزيمي سرعة أعظمية عند درجة الحرارة المثلى و هي درجة حرارة الوسط الخلوي (40°م عند الإنسان)

المقارنة بين تأثير كل من درجة الـ pH و درجة الحرارة على النشاط الإنزيمي :

(لاحظ الوثيقة (2) ص 68) :

إن تغير البنية الفراغية قد يكون بعدة أشكال و صور حسب نوع التأثير (pH أو الحرارة) و حسب نوع الروابط التي يتم تكسيرها مما يغير من البنية الفراغية للإنزيم و بالتالي شكل الموقع الفعال و منه فمهما كان نمط التغير سوف يؤدي حتمًا إلى نفس النتيجة و هي فقدان نشاط الإنزيم .

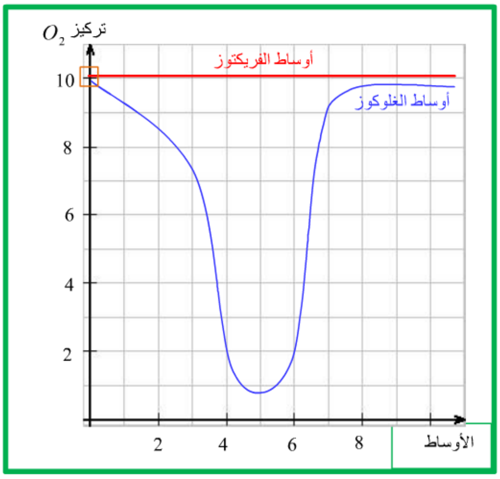
تمريـــن :

أنجزت التجربة التالية بواسطة تركيب تجريبي مدعم بالحاسوب حيث نقيس تركيز الأكسجين O_2 خلال نفس المدة الزمنية (بعد (2) دقيقة) في سبعة أوســـاط مختلفة الحرارة كما هو مبين في الجدول التالي :

رقم الوسط	01	02	03	04	05	06	07
درجة الحرارة ($^{\circ}$م)	0	10	22	30	37	43	72

يحتوي كل وسط على نفس الكمية من الغلوكوز و الأكسجين و عند زمن معين (زمن بداية التجربة) نضيف للوسط إنزيم الغلوكوز أكسيداز علمـًا أن درجة الـ pH ثابتة و تساوي (7)

نعيد نفس التجربة باستعمال الفريكتوز بدلاً من الغلوكوز والنتائج المحصل عليها موضحة في المنحنى التالي:



أ) قارن بين النتائج المحصل عليها .
ب) قدم تفسيرًا لنتائج هذه المقارنة .
ج) لخص في بضعة أسطر تأثير درجة الحرارة على التفاعلات الإنزيمية .

الحــل:

أ) مقارنة النتائج المحصل عليها :

- بالنسبة للأوساط المحتوية على الغلوكوز :

تركيز الـ O_2 المتبقي في كل وسط غير متماثل و هذا حسب حرارة كل وسط

في الوسط (5) الذي درجة حرارته 37°م نسجل أكبر انخفاض في تركيز الـ O_2 و يقل هذا الإنخفاض كلما ارتفعت أو انخفضت درجة الحرارة عن 37°م .

في الوسط (1) درجة الحرارة 0°م .

وفي الوسط (7) عند درجة الحرارة 72°م يبقى تركيز الـ O_2 في الوسط مماثل للكمية الابتدائية (ثابتــة) .

- بالنسبة للأوساط الحاوية على الفريكتوز :

تبقى كمية الـ O_2 متماثلة في جميع الأوساط و مماثلة للكمية الابتدائية (عدم انخفاض أكسجين الوسط)

ب) تفسير نتائج المقارنة :

- لكل إنزيم درجة حرارة مثلى يبلغ عندها نشاطه الأقصى و مادة خاصة يتفاعل معها .
- إنزيم الغلوكوز أكسيداز يعمل على تفكيك الغلوكوز في وجود الـ O_2 ويرتفع نشاطه عند درجة حرارة مثلى تساوي 37°م لذا سجلنا أكبر انخفاض في كمية الـ O_2 عند هذه الدرجة .
- كلما تقل درجة الحرارة ينخفض التفاعل الإنزيمي و يتوقف عند درجة الحرارة 0°م نتيجة قلة حركـة الجزيئات
- كلمـــا ارتفعت درجة الحرارة ينخفض التفاعل الإنزيمي و يتوقف عند درجة الحرارة 72°م نتيجة تخريب الإنزيم .
- إنزيم الغلوكوز أكسيداز لا يتفاعل مع الفريكتوز لذلك بقيت كمية الأكسجين ثابتة في المنحنى .

ج) تأثير درجة الحرارة على التفاعلات الإنزيمية :

لكـل إنزيم درجة حرارة مثلى يبلغ عندها نشاطه الأقصى (عند الإنسان 37°م) .

عند درجة الحرارة 0°م يتوقف عمل الإنزيمات ، لكن تسترجع فعاليتها عند رفع درجة الحرارة لتصل فعاليتها قيمة قصوى عند درجة حرارة معينة (مثلــى) حيث تنخفض تدريجيًا كلما ارتفعت درجة الحرارة عن القيمة المثلى ، وعند مجال حرارة مرتفع (أكثر من 55°م باختلاف الإنزيم) يتخرب الإنزيم نتيجة انفصال بعض الروابط التي تشكلت خلال التطور ثلاثي الأبعاد لبنيته و بالتالي يفقد فعاليته .

الخلاصة العامة للوحدة :

إن من أهم الخصائص التي تنفرد بها الخلية الحية هي قدرتها على القيام بتفاعلات كيميائيــة معقدة و متنوعة في درجة حرارة و pH الوسط المحيط بها (مادة ⟵إنزيم ناتج) ، ومثل هذه التفاعلات قد لا تحدث أصلاً أو تسير ببطء شديد في معزل عن الخلية الحية و العوامل الأساسية التي تشترك في تلك التفاعلات الحيوية العامة داخل الخلية و التي تنتمي إلى مجموعة من المواد البروتينية تسمى الإنزيمات .

و الإنزيم : عبارة عن بروتين يصنع داخل الخلية و يساهم في إحداث التفاعل الحيوي بحيث تتماشى سرعة التفاعل مع متطلبات الخلية للحفاظ على الحياة داخلها .

وتضفي الطبيعة البروتينية على الإنزيم دقة متناهية عند قيامه بعمله أي أن عمل كل إنزيم محدد ، ولكل تفاعل إنزيم خاص به ، ولذلك فإن هناك العديد من الإنزيمات للعديد من التفاعلات المختلفة التي تحدث داخل الخلية ، كما أن هناك نتيجة أخرى للطبيعة البروتينية الإنزيمية و هي أن تفقد قدرتها على القيم بوظيفتها إذا ما تعرضت إلى عوامل أو ظروف غير ملائمة مثل الحرارة ، الأحماض و القواعد القوية ، المذيبات العضوية أو أي مادة أخرى يحتمل أن تفقدها تلك الطبيعة البروتينية (البنية الفراغية المميزة و الثابتــة) .